

9/698881

2664 PATENT  
JC925 U.S. PTO  
09/698881  
10/27/00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Torma et al. Examiner: UNKNOWN  
Serial No.: TO BE ASSIGNED Group Art Unit: TO BE ASSIGNED  
Filed: October 27, 2000 Docket No.: 796.372USW1  
Title: MULTIPLEXING IN A PDH TELECOMMUNICATIONS NETWORK

CERTIFICATE UNDER 37 C.F.R. 1.10:

'Express Mail' mailing number: EL492432178US

Date of Deposit: October 27, 2000

The undersigned hereby certifies that this Transmittal Letter and the paper or fee, as described herein, are being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

By: Susan Heuiser

Susan Heuiser

RECEIVED

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

APR 12 2001

Technology Center 2600

Box Patent Application  
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed is a certified copy of Finnish application, Serial Number 981189, filed  
28 May 1998, the priority of which is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC  
10749 Bren Road East, Opus 2  
Minneapolis, MN 55343  
(952) 912-0527

Date: October 27, 2000

By: Michael B. Lasky

Michael B. Lasky  
Reg. No. 29,555  
MBL/jsc

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 30.8.2000

RECEIVED

APR 12 2001

Technology Center 2600

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Nokia Telecommunications Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

981189

Tekemispäivä  
Filing date

28.05.1998

Kansainvälinen luokka  
International class

H04L 12/64

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Multipleksointi PDH-tietoliikenneverkossa"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 12.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 12.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Multipleksointi PDH-tietoliikenneverkossa

### Keksinnön ala

5 Keksintö liittyy yleisesti tavanomaisessa PDH-verkossa (Plesio-chronous Digital Hierarchy) toteutettavaan tiedonsiirtoon. Tarkemmin sanottuna keksintö liittyy siihen, kuinka uudempien siirtojärjestelmien informaatiovirtoja, erityisesti ATM-järjestelmien soluvirtoja voidaan siirtää PDH-verkon yli.

### Keksinnön tausta

10 PDH on vielä nykyäänkin hallitseva multipleksointihierarkia, vaikka se otettiin maailmanlaajuiseen käyttöön jo 1970-luvulla. Multipleksointihierarkialla tarkoitetaan sitä, että kapasiteetiltaan suurempi ylemmän hierarkiatason järjestelmä muodostetaan yhdistämällä tietty määrä alemman hierarkiatason järjestelmiä aikajakokanavoinnin avulla. Multipleksointihierarkiasta on kolme  
15 erilaista versiota, joista yhtä käytetään Euroopassa, yhtä USA:ssa ja yhtä Japanissa. Eurooppalainen järjestelmä on käytössä myös suuressa osassa muuta maailmaa.

Eurooppalaisessa multipleksointijärjestelmässä multipleksoidaan 31 kappaletta 64 kbit/s kanavaa ja yksi kehyslukituskana datavirraksi, jonka nopeus on 2048 kbit/s. Tätä ensimmäisen hierarkiatason signaalia kutsutaan nimellä E1. Eurooppalaisessa järjestelmässä ylemmän hierarkiatason järjestelmä muodostetaan multipleksoimalla neljä alemman tason signaalia.

Pohjois-Amerikassa ja Japanissa multipleksoidaan puolestaan 24 kanavaa ja yksi kehystahdistus bitti datavirraksi, jonka nopeus on 1544 kbit/s.  
25 Tätä ensimmäisen hierarkiatason signaalia kutsutaan nimellä T1. Amerikkalaisessa järjestelmässä muodostetaan toisen hierarkiatason järjestelmä neljästä ensimmäisen tason järjestelmästä, kolmannen tason järjestelmä seitsemästä toisen tason järjestelmästä ja neljännen tason järjestelmä kolmesta kolmannen tason järjestelmästä. Japanissa hierarkia on muuten samanlainen, mutta kolmannen tason järjestelmä muodostetaan viidestä toisen tason järjestelmästä.

Erityisesti runkoyhteyksillä ollaan kuitenkin siirrytty käyttämään uudempiä multipleksointijärjestelmiä, jotka tarjoavat mm. paremman verkon hallittavuuden (mm. helpommat alivirtojen pudotus- ja lisäystoiminnot). Näitä uudempiä multipleksointijärjestelmiä ovat SDH (Synchronous Digital Hierarchy) ja  
35 SONET (Synchronous Optical Network). Kuten PDH, myös SDH ja SONET perustuvat PCM-tekniikan mukaisesti 64 kbit/s kanaviin ja PDH-verkon perinte-

set PCM-signaalit voidaan siirtää uusien multipleksintihierarkioiden mukaisissa siirtokehyksissä.

Access-verkko noudattaa nykyisin kuitenkin tyypillisesti  $n \times E1$ - tai  $n \times T1$ -multipleksintihierarkiaa ( $n$  on jokin kokonaisluku), johtuen mm. access-  
 5 verkon pienemmästä kapasiteettitarpeesta sekä siitä, että tällöin saavutetaan access-verkossa samoja etuja kuin runkoverkon puolella SDH:lla (koska eri hierarkiatasojen välinen multipleksointi jää pois). Eräs lisäsy access-verkon hierarkiaan on se, että access-verkossa käytetään paljon radioyhteyksiä, jolloin  $n \times E1$ -hierarkian avulla säästetään arvokasta kaistanleveyttä. (Tyypillisiä  
 10  $n$ :n arvoja ovat 2, 4, 8 ja 16.)

Kuviossa 1 on havainnollistettu, kuinka tavanomaisessa PDH-verkkoelementissä siirretään tulevat signaalit yhteiselle siirtoyhteydelle (transmission link) TL, jonka voi muodostaa esim. radiotie, kuparikaapeli tai optinen kuitu. Esimerkissä käsitellään vain toista siirtosuuntaa (kuviossa vasemmalta  
 15 oikealle). Toisessa siirtosuunnassa suoritetaan päinvastaiset toimenpiteet. Verkkoelementtiin tulee eri siirtoyhteyksiltä  $IN1 \dots INn$  standardin mukaisia PCM-signaaleja (yhteensä  $n$  kappaletta), joiden oletetaan tässä esimerkkitapauksessa olevan E1-signaaleja (mutta jotka voivat olla myös esim. T1-signaaleja). Jokaiselle tulevalle signaalille on oma tuloliitäntänsä  $IFU1 \dots IFUn$  liitännäysyksikössä IFU, jolloin jokaisessa liitännässä suoritetaan vastaavan signaalin fyysinen sovitus verkkoelementtiin. Liitännäysyksiköltä jokainen sisään tuleva signaali kytketään kehysmultiplekserille 11, jossa muodostetaan siirtokehys seuraavaa linkkiä TL varten multipleksaamalla sisääntulevat (hyöty)signaalit ( $n$  kappaletta) ja niiden lisäksi joukko muita signaaleja, joita on kuviossa  
 20 merkitty yhteisellä viitemerkillä OTSIKKODATA. Kehysmultiplekserin lähdöstä saadaan näin ollen sarjamuotoinen signaali, joka syötetään transmissiolaitteeseen 12, joka on kytketty linkille TL. Siirtomediasta riippuen transmissiolaitte muokkaa vielä signaalia eri tavoin, mutta se ei ole enää oleellista keksinnön kannalta.

Kuviossa 2 on havainnollistettu esimerkkinä kehysrakennetta, jollaisen voi muodostaa esim. kehysmultiplekseri, joka multipleksoi 4 kappaletta tulevia 2 Mbit/s signaaleja (E1-signaaleja). Kuvion esimerkissä kehys on jaettu 16 settiin, joissa jokaisessa on 64 bittiä. Bitit jakautuvat hyötykuormabitteihin (D0-D3) ja otsikkobitteihin (overhead bits). Hyötykuormabittejä on merkitty siten, että bitti  $D_i$  ( $i=0,1,2,3$ ) kuuluu siihen tulevaan E1-signaaliin, jonka järjestyksnumero on  $i$ . Otsikkobittien joukkoon, jota on kuviossa merkitty harmaalla  
 35

alueella, kuuluvat tyypillisesti kehyslukitusbitit FA, tasauksen osoitusbitit JC, lisäkanavien bitit AC, sisäisten kommunikointikanavien bitit IC, virheenilmaisun ja virheenkorjaukseen käytetyt bitit ED (error detection) ja FS (fec syndrome). Nopeuserojen tasauskäytössä olevia bittejä ei ole merkitty kuvioon.

- 5 Kehysmultiplekseriltä lähtevä siirtokehys on siis perusrakenteeltaan sellainen, että siinä on hyötykuormaosa (kuvion valkoinen alue), jolla on esim.  $n \times E1$  tai  $n \times T1$  suuruinen siirtokapasiteetti ja otsikko-osa (kuvion harmaa alue), jossa siirretään lisäinformaatiota.

- Jos kuvion 1 mukaista PDH-verkon verkkoelementtiä, jossa on joukko 2 Mbit/s-liitäntöjä, halutaan käyttää esim. ATM-solujen siirtoon, täytyy siihen nykyisin käytetyn tekniikan mukaisesti lisätä kuvion 3 mukainen ATM-sovituselementti AE, joka sisältää mm. käänteisen multiplekserin (Inverse Multiplexer) I-MUX. Jos ATM-solut kuljetetaan esim. SDH-hierarkian mukaisessa STM-1-siirtomoduulissa, elementissä on STM-1 kapasiteettia vastaten standardin mukainen 155 Mbit/s -liitäntä AIU tulevaa optista signaalia varten. Liitännässä 15 muutetaan tuleva optinen signaali sähköiseen muotoon ja kehysrakenne puretaan niin, että liitännän lähtöön, joka on kytketty nopeudensovitussyksikölle TCU saadaan soluvirta. Nopeudensovitussyksikössä sovitetaan tulevan soluvirran bittinopeus transmissiolaitteen 12 kannalta oikeaksi lisäämällä tai poistamalla tyhjiä soluja (idle cells) eli soluja, jotka eivät kanna hyötykuormaa. 20 Tämän jälkeen nopeudeltaan sovitettu soluvirta kytketään käänteiselle multiplekserille I-MUX, joka muodostaa n kappaleesta lähteviä rinnakkaisia linkkejä (OL1...OLn) yhden loogisen linkin.

- Käänteinen multipleksointi on ATM Forumin määrittelemä toimenpide, jonka avulla suurinopeuksinen soluvirta pystytään siirtämään useiden rinnakkaisten linkkien kautta. Tällä tavoin pystytään tarjoamaan käyttäjälle pääsy ATM-verkkoon tai kytkemään ATM-verkkoelementtejä toisiinsa perinteisten PDH-linkkien, esim. E1-linkkien kautta, jotka ryhmänä tarjoavat tarvittavan siirtokapasiteetin. Käänteisessä multipleksoinnissa solut multipleksoidaan syklisesti 30 niille linkeille, jotka on ryhmitetty muodostamaan yhden loogisen linkin, jonka siirtokapasiteetti vastaa suunnilleen ryhmään kuuluvien yksittäisten linkkien siirtokapasiteettien summaa. Vastaanottopäässä tarvitaan yhteensopiva käänteinen demultipleksointi alkuperäisen soluvirran rekonstruoimiseksi, joten ATM-solujen siirtämiseksi on lisättävä toisiaan vastaavat laitteet linkin tai yhteyden 35 molempiin päihin.

Lähetys suunnassa käänteinen multiplekseri I-MUX jakaa ATM-ker-

rokselta tulevat solut yksi kerrallaan syklisesti ryhmään kuuluville linkeille OL1...OLn. Lisäksi lähettävä multiplekseri lisää kunkin rinnakkaisen linkin soluvirtaan erikoissoluja, joiden perusteella vastaanottava pää pystyy rekonstruoimaan alkuperäisen soluvirran. Soluja lähetetään jatkuvasti, joten jos soluja ei  
 5 vastaanoteta jatkuvasti, käänteinen multiplekseri lisää soluvirtoihin erityisiä täytesoluja niin, että fyysiselle kerrokselle saadaan jatkuva soluvirta.

Koska käänteinen multipleksointi ei liity varsinaiseen keksintöön, ei sitä kuvata tässä yhteydessä tarkemmin. Käänteistä multipleksointia on kuvattu ATM Forumin spesifikaatiossa AF-PHY-0086.00, josta kiinnostunut lukija  
 10 löytää tarkemman kuvauksen aiheesta.

Käänteiseltä multiplekseriltä I-MUX kaikkien ryhmään kuuluvien linkkien signaalit kytketään lähtöliitäntöjen OI1...OLn kautta ulos ATM-sovituselementiltä. Jos signaalit ovat E1-signaaleja ja liitännät ITU-T:n suosituksen G.703 mukaisia liitäntöjä, voidaan signaalit tämän jälkeen kytkeä suoraan kuvion 1 mukaisen siirtolaitteen kehysmultiplekserin 11 tuloliitäntöihin IFU1...IFUn. Kuviossa on oletettu, että käänteinen multiplekseri käyttää kehysmultiplekserin kaikki tuloliitännät.

Edellä kuvatun kaltaisella, käänteistä multipleksointia/demultipleksointia hyödyntävällä ratkaisulla on kuitenkin eräitä epäkohtia. Ensinnäkin käänteisen multiplekserin ja demultiplekserin lisääminen linkille tai yhteydelle tekee ratkaisusta kalliin ja monimutkaisen. Lisäksi erillinen ATM-sovituselementti vie tilaa, koska se vaatii laittilaan oman kehikkonsa. Tällä on merkitystä erityisesti uudemmissa järjestelmissä, joissa transmissiolaitteet ovat ulkona, esim. kadunvarsikaapeissa olevien tilaajamultiplekserien yhteydessä tai integroituina matkaviestinjärjestelmän tukiasemiin, jotka ovat tyypillisesti rakennusten katoilla tai seinillä.

### Keksinnön yhteenveto

Keksinnön tarkoituksena on päästä eroon edellä kuvatuista epäkohdista ja saada aikaan PDH-verkkoelementti, joka pystyy käyttämään PDH-kapasiteettiaan tarvittaessa joustavasti myös pakettimuotoisen datavirran, erityisesti ATM-solujen siirtoon ilman, että tarvitaan käänteistä multipleksointia.

Tämä päämäärä saavutetaan ratkaisulla, joka on määritelty itsenäisissä patenttivaatimuksissa.

35 Keksinnön ajatuksena on toteuttaa verkkoelementin suorittama multipleksointi konfiguroitavana siten, että tavanomaisen PDH-laitteen siirtokehys-

sen hyötykuormaosa on tarvittaessa jaettavissa ainakin kahteen kapasiteettiin muutettavissa olevaan osaan, jolloin yksi osa hyötykuormaosasta voidaan tarvittaessa allokoida PDH-verkon signaaleille (tyypillisesti E1 tai T1) ja yksi osa pakettiliikenteelle, erityisesti ATM-soluille. Koska ATM-liikennettä varten voidaan osoittaa tietty osa siirtokehyksen koko bittikapasiteetista ilman  $n \times E1$ - tai  $n \times T1$ -rakennetta ja koska vastaanottopäässä on vastaavilla määrityksillä varustettu demultiplekseri, ei käänteistä multipleksointia tarvita lainkaan.

Kun ATM-soluja siirretään verkkoelementin kautta, soluvirralla on siis käytössään kapasiteetti, joka vastaa tiettyä kokonaislukumäärää PCM-signaaleja, tyypillisesti ensimmäisen tason signaaleja (PCM-signaalilla tarkoitetaan tässä yhteydessä yleensä PDH-hierarkian ensimmäisen tason signaalia, joskin se voi viitata myös johonkin ensimmäisen tason signaalin alivirtaan, kuten 64 kbit/s puhekanavaan). Koska osien kapasiteetti on muutettavissa inkrementillä/dekrementillä, joka vastaa (tyypillisesti) yhden PCM-signaalin kapasiteettia, kapasiteetti voidaan jakaa halutun PCM-signaalilukumäärän ja soluvirran kesken. Ääritapauksissa koko kapasiteetti voidaan antaa joko pelkästään PCM-signaalien tai pelkästään soluvirran käyttöön. Oleellista ratkaisussa on siis se, että PDH-verkkoelementissä on valmius jakaa siirtokapasiteettia halutussa suhteessa PDH-signaalien ja ATM- tai muun pakettiliikenteen kesken, jolloin PDH-verkkoelementtiä voidaan tarvittaessa käyttää joustavasti myös ATM-liikenteen välittämiseen.

Keksinnön mukaisen ratkaisun ansiosta pystytään esim. ATM-liikennettä siirtämään entistä joustavammin ja taloudellisemmin perinteisen PDH-verkon kautta, koska käänteistä multipleksointia ei enää tarvita. Näin ollen PDH-verkkoon ei tarvitse tehdä kalliita lisäyksiä, jotta ATM-liikennettä voitaisiin siirtää PDH-verkon yli. Tällä seikalla on merkitystä erityisesti siksi, että PDH-verkon yli tapahtuva ATM-siirto on kuitenkin vain välivaihe mentäessä kohti "aitoja" ATM-yhteyksiä.

Koska keksinnön mukaisen ratkaisun ansiosta päästään eroon käänteisestä multipleksoinnista, päästään samalla eroon käänteisen multipleksorin/demultipleksorin vaatimista oheiskomponenteista, kuten koteloista tai virtalähteistä. Lisäksi verkkoelementin sisäisten kaapeleiden ja liitäntöjen lukumäärä saadaan pienennettyä. Näiden muutosten ansiosta verkkoelementin yleinen luotettavuus paranee ja asennus- sekä käyttöönotto työ yksinkertaistuu.

ATM-käytössä säästetään myös jonkin verran siirtokapasiteettia,

koska solut voidaan pakata suoraan siirtokehyksen hyötykuormaosaan (ilman, että soluvirtaan tarvitsee lisätä muuta informaatiota).

### Kuvioluettelo

- 5            Seuraavassa keksintöä ja sen edullisia toteutustapoja kuvataan tarkemmin viitaten kuvioihin 4...7 oheisten piirustusten mukaisissa esimerkeissä, joissa
- kuvio 1    havainnollistaa tavanomaista PDH-verkkoelementtiä,
- 10    kuvio 2    havainnollistaa kuvion 1 mukaisen laitteen lähtevää siirtokehystä,
- kuvio 3    havainnollistaa tunnettua tapaa siirtää ATM-soluja PDH-verkossa,
- kuvio 4    esittää keksinnön mukaista verkkoelementtiä, jonka avulla voidaan siirtää sekä PDH-signaaleja että ATM-soluja,
- kuvio 5    esittää tarkemmin kuvion 4 verkkoelementin kehysmultiplekseriä, ja
- 15    kuviot 6 ja 7 ovat kuvion 4 verkkoelementistä lähtevän siirtokehyksen esimerkkivaihtoehtoja.

### Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

- Kuviossa 4 on havainnollistettu keksinnön mukaisen verkkoelementin periaatteellista ratkaisua. Verkkoelementin kehysmultiplekseriyksikkö FMU on toteutettu siten, että siihen voidaan liittää valinnaisesti joko PCM-signaaleja kuvion 1 mukaisesti sinänsä tunnetusti tai ATM-soluvirta edellä kuvatun liitäntäyksikön ja nopeudensovitusyksikön kautta tai sekä PCM-signaaleja että soluvirta. Kun soluja siirretään, soluvirta on kytketty nopeudensovitusyksikön
- 20    TCU lähdöstä suoraan kehysmultiplekseriyksikön yhteen tuloon. Linkille lähtevä bittinopeus on kaikissa tapauksissa sama, koska kaikissa tapauksissa käytetään samaa kehysrakennetta.

- Jos kehysmultiplekseriyksikölle FMU on kytketty pelkästään PDH-signaaleja, ne multipleksoidaan tunnettuun tapaan sarjamuotoiseksi signaaliksi siirtolinkille TL. Tätä on kuviossa havainnollistettu katkoviivoilla. Jos kehysmultiplekseriyksikölle on puolestaan kytketty pelkästään ATM-soluvirta, muodostuu kehysmultiplekseriyksikön yhden tulon kautta suurikapasiteettinen siirtoyhteys linkille TL. Tätä on kuviossa havainnollistettu yhtenäisellä paksummalla viivalla. Mainittu yksi tulo voi olla yhtä PDH-signaalia varten tarkoitettu tulo,
- 30    mutta se on kuitenkin edullisemmin erillinen ATM-tulo, koska laitteeseen voidaan kytkeä samanaikaisesti sekä PDH-signaaleja että ATM-soluvirta.

Ohjausyksikön CU avulla konfiguroidaan kehysmultiplekseriyksikkö sen mukaan, toimiiko se PDH-moodissa, ATM-moodissa vai yhdistetyssä PDH/ATM-moodissa, jossa siirtokehyksessä on sekä PDH-signaaleja että ATM-soluja. Jos lähtevän siirtokehyksen hyötykuormakapasiteetti on esim.

5 16×E1 (eli 16 kappaletta 2Mbit/s signaalia), voidaan kapasiteetti jakaa esim. siten, että kehyksessä siirretään 3 kpl E1-signaaleja ja sen lisäksi ATM-soluille annetaan 13 E1-signaalia vastaava kapasiteetti. Tällöin hyötykuormakapasiteetti on siis jaettu 2 osaan, joista toinen on allokoitu 3 E1-signaalille ja toinen ATM-liikenteelle. Yleisesti ottaen siirtokehyksessä siirretään siis X kappaletta

10 E1- tai T1-signaaleja ( $0 \leq X \leq N$ ), jolloin ATM-liikenteelle jää vastaavasti (N-X):ää E1- tai T1-signaalia vastaava kapasiteetti.

Kuviossa 5 on havainnollistettu tarkemmin kehysmultiplekseriyksikön FMU rakennetta. Yksikössä on kello-oskillaattori OSC, joka antaa kellosignaalin kehyslaskurille FC. Esimerkkinä on käytetty kuvion 2 mukaista siirtokehystä,

15 jolloin kehyslaskurin ensimmäisestä lähdöstä L1 saadaan 4-bittinen luku, joka kertoo, mikä kehyksen setti on menossa ja toisesta lähdöstä L2 6-bittinen luku, joka kertoo, mikä bittipositio on kysymyksessä ko. setissä. Näin kehyslaskuri osoittaa jatkuvasti kehysmultiplekserille FM, mikä bittipositio on menossa lähtevässä siirtokehyksessä.

20 Nopeudensovitussyksikössä soluvirran bittinopeus sovitetaan vastaamaan soluvirralle siirtokehyksestä annettua kapasiteettia. Tämä tapahtuu lisäämällä tai poistamalla tyhjiä soluja. Nopeudensovituksen jälkeen solut kirjoitetaan tavu kerrallaan puskuriiin BF, josta luetaan dataa bitti kerrallaan kehysmultiplekserille FM. Nopeudensovitussyksikössä pystytään havaitsemaan

25 solujen väliset rajat, mutta kehysmultiplekseri käsittelee soluja vain bittivirtana. Kun kehyslaskuri on lukenut puskurista bitin, se antaa ENABLE-linjaa pitkin komennon, joka siirtää puskurissa olevaa dataa yhden muistipaikan verran eteenpäin. Puskuria ei kuitenkaan välttämättä tarvitse toteuttaa fyysisenä jonona, jossa kaikkia soluja siirretään jatkuvasti eteenpäin, vaan puskuria voidaan toteuttaa esim. renkaana, jossa osoittimella osoitetaan kulloinenkin lukukohta.

30 Oleellista on, että ATM-solut ovat loogisessa jonossa, josta niiden dataa luetaan järjestyksessä.

Kuvioissa 6 ja 7 on esitetty kaksi esimerkkiä linkille TL lähetettävästä siirtokehyksestä. Esimerkkinä käytetään edelleenkin kuvion 2 mukaista kehystä, jossa on 16 settiä, joista jokaisessa on 64 bittiä. Kuvion 6 esimerkissä kehyksen koko hyötykuormakapasiteetti on allokoitu ATM-käyttöön, kun taas

kuvion 7 esimerkissä ATM-käyttöön on allokoitu kahta E1-signaalia vastaava kapasiteetti (puolet hyötykuormasta) ja sen lisäksi siirtokehyksessä siirretään kaksi E1-signaalia (D2 ja D3). Eri osien bitit on edullista sijoittaa kehykseen siten, että PCM-signaaleille varatun osan sisällä otetaan vuorotellen bitti jokai-

5       sesta multipleksoitavasta signaalista ja sen jälkeen, kun on otettu bitti jokai-  
sesta PCM-signaalista, otetaan soluvirran bittejä vastaava lukumäärä paino-  
tettuna soluvirralla ja PCM-signaaleille varatun kapasiteetin suhteella (alueiden  
kapasiteettisuhteella). Näin saadaan puskurit pysymään mahdollisimman ly-  
hyinä. Kuvio 7 esittää tällaista vaihtoehtoa.

10       Ohjausyksikön avulla annetaan kehysmultiplekserille asetustiedot,  
jotka kertovat esim. kehyksen bitti bitiltä sen, onko kyseinen bittipositio tarkoi-  
tettu PDH- vai ATM-käyttöön. Kaikkia kehyslaskurin osoittamia bittipositioita  
kohti saadaan näin ollen tieto siitä tulosta, josta on luettava bitti kyseiseen bit-  
tipositioon.

15       Vastaanottosuunnassa samalla tavalla konfiguroitava ja samoilla  
asetuksilla varustettu demultiplekseri suorittaa demultipleksoinnin, jolloin ATM-  
solujen bitit saadaan oikeassa järjestyksessä vastaanottopuskuriin ja PCM-  
signaalit oikeille lähtöjohdoille.

20       Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten  
mukaisiin esimerkkeihin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan  
sitä voidaan muunnella oheisissa patenttivaatimuksissa esitetyn keksinnöllisen  
ajatuksen puitteissa. Periaatteessa on esim. mahdollista jakaa hyötykuorma-  
osa useampaankin kuin kahteen osaan ja siirtää sen avulla useampi kuin yksi  
paketti- tai soluvirta. Käytännössä tämä on kuitenkin epätodennäköistä, johtu-  
25       en ATM-verkon suuresta kapasiteettivaatimuksesta. Oheisissa vaatimuksissa  
mainittu pakettimuotoisten datavirtojen joukko käsittää siis tyypillisesti vain yh-  
den datavirran. Samat vaihtoehtomahdollisuudet pätevät myös PCM-signaa-  
lien joukolle, joskin tässä tapauksessa on todennäköisempää, että joukkoon  
kuuluu useampi kuin yksi PCM-signaali. Keksinnön mukaista ajatusta voidaan  
30       soveltaa myös ensimmäisen tason signaalin alivirtoihin. Toisin sanoen, hyöty-  
kuorman osien välistä kapasiteettijakoa voidaan muuttaa myös pienemmällä  
kuin yhtä E1-tai T1-signaalia vastaavalla inkrementillä/dekrementillä, esim.  
yhtä 64 kbit/s kanavaa tai jopa sen alikanavaa vastaavalla inkrementillä/de-  
krementillä. Verkkoelementin tyyppi voi myös vaihdella monin tavoin; siihen voi  
35       tulla ja siitä voi lähteä yksi tai useampi linkki, linkkien kapasiteetit voivat vaih-  
della ja elementti voi myös olla tilaajan luona oleva päätelaite.

### Patenttivaatimukset

1. Multipleksointijärjestely tietoliikenneverkon verkkoelementissä, joka käsittää

- 5 - ensimmäiset liitäntäelimet (IFU) standardin mukaisten PCM-signaalien vastaanottamiseksi verkkoelementtiin, ja
- multipleksointielimet (FMU) mainittujen PCM-signaalien multipleksoimiseksi aikajakoisesti siirtokehykseen, jonka hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetti vastaa oleellisesti N PCM-signaalin kapasiteettia,

t u n n e t t u siitä, että

- 10 - multipleksointielimet toteutetaan konfiguroitavina siten, että hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetti on jaettavissa ainakin kahden kapasiteettiltaan muutettavissa olevan osan kesken siten, että kullekin osalle voidaan antaa kulloisenkin siirtotarpeen mukaan haluttu osuus hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetista, ja että

- 15 - hyötykuormasta allokoidaan halutun kapasiteetin mukainen osa ainakin yhdelle liikennelähteelle ryhmästä, jossa joukko PCM-signaaleja muodostaa ensimmäisen liikennelähteen ja joukko pakettimuotoisia datavirtoja toisen liikennelähteen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että  
20 kaikille samaa siirtokehystä käyttäville liikennelähteille allokoidaan siirtokehysten kokonaiskapasiteetista osuus, joka vastaa yhden PCM-signaalin vaatimaa kapasiteettia kerrottuna jollakin kokonaisluvulla.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, jossa verkon verkkoelementtiin vastaanotetaan standardin mukaisia PCM-signaaleja ja ainakin  
25 yksi pakettimuotoinen datavirta, t u n n e t t u siitä, että

- hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetti jaetaan M ( $M < N$ ) PCM-signaalin ja yhden pakettimuotoisen datavirran kesken, jolloin datavirralla annetaan (N-M) PCM-signaalia vastaava kapasiteetti, ja että

- 30 - pakettivirralla suoritetaan nopeudensovitus, jonka avulla sen bittinopeus sovitetaan sille annettua kapasiteettia vastaavaksi.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että ainakin yksi liikennelähteistä muodostuu ATM-soluvirrasta.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että kunkin osan bittejä on limittäin hyötykuormaosassa, ja että hyötykuormaosan  
35 biteistä osoitetaan bittikohtaisesti, onko ne allokoitu PCM-signaalien vai pakettimuotoisen datavirran käyttöön.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että hyötykuormaosan kapasiteetti on allokoitu kokonaisuudessaan yhden pakettimuotoisen datavirran käyttöön.

7. Tietoliikenneverkon verkkoelementti, joka käsittää

5 - ensimmäiset liitäntäelimet (IFU) standardin mukaisten PCM-signaalien vastaanottamiseksi verkkoelementtiin,

- multipleksointielimet (FMU) mainittujen PCM-signaalien multipleksoimiseksi aikajakoisesti siirtokehukseen, jonka hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetti vastaa oleellisesti N PCM-signaalin kapasiteettia,

10 t u n n e t t u siitä, että

- multipleksointielimet on varustettu konfigurointi- ja allokointielimillä (FMU, CU) (a) hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetin jakamiseksi ainakin kahden kapasiteetiltaan muutettavissa olevan osan kesken siten, että kullekin osalle voidaan antaa kulloisenkin siirtotarpeen mukaan haluttu osuus hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetista, ja (b) halutun kapasiteetin mukaisen osan allokoinniseksi ainakin yhdelle liikennelähteelle ryhmästä, jossa joukko PCM-signaaleja muodostaa ensimmäisen liikennelähteen ja joukko pakettimuotoisia datavirtoja toisen liikennelähteen.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen verkkoelementti, t u n n e t t u siitä, että verkkoelementti käsittää lisäksi toiset liitäntäelimet (AIU, TCU) pakettimuotoisen datavirran vastaanottamiseksi, jotka liitäntäelimet käsittävät nopeudensovitukset (TCU) pakettimuotoisen datavirran bittinopeuden sovitamiseksi vastaamaan pakettivirralla hyötykuormasta allokoitun osan kapasiteettia, jolloin nopeudensovitustien lähtö on kytketty suoraan mainituille

20

25 multipleksointielimille.

**(57) Tiivistelmä**

Keksintö koskee PDH-verkossa käytettävää multipleksointimenetelmää. Verkkoelementtiin vastaanotetaan standardin mukaisia PCM-signaaleja, joista ainakin osa multipleksoidaan aikajakoisesti samaan lähtevään siirtokehykseen, jonka hyötykuormaosan kapasiteetti vastaa oleellisesti  $N$  PCM-signaalin vaatimaa kapasiteettia. Jotta ATM-soluja voitaisiin siirtää entistä edullisemmin olemassa olevan PDH-verkon läpi, multipleksointi toteutetaan konfiguroitavana siten, että hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetti on jaettavissa ainakin kahden kapasiteetiltaan muutettavissa olevan osan kesken siten, että kullekin osalle voidaan antaa kulloisenkin siirtotarpeen mukaan haluttu osuus hyötykuormaosan kokonaiskapasiteetista. Hyötykuormasta allokoidaan halutun kapasiteetin mukainen osa ainakin yhdelle liikennelähteelle ryhmästä, jossa joukko PCM-signaaleja muodostaa ensimmäisen liikennelähteen ja joukko pakettimuotoisia datavirtoja toisen liikennelähteen. Keksintö on tarkoitettu erityisesti ATM-liikenteen siirtämiseen PDH-verkon kautta.

(kuvio 4)

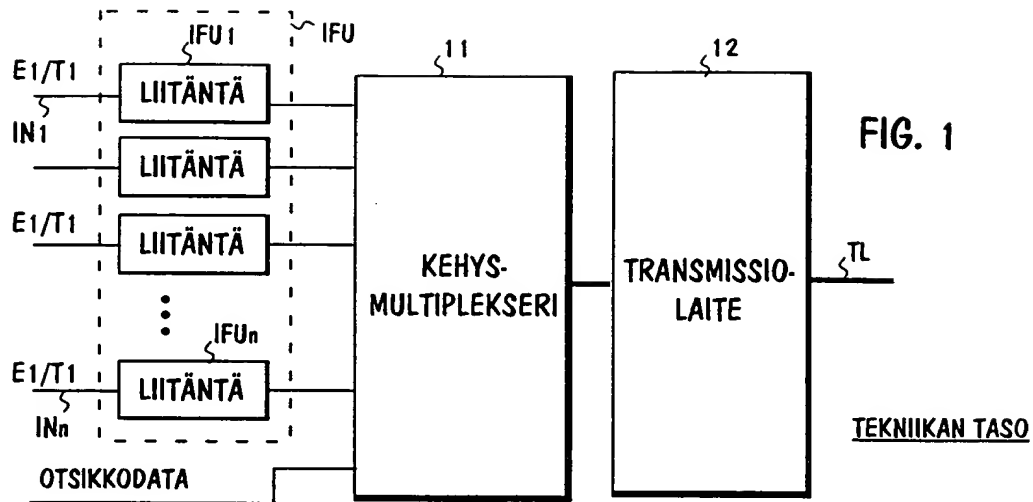


FIG. 2

TEKNIKAN TASO

BITTINUMERO →

SET	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		61	62	63
0	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
1	JC	JC	JC	JC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
2	AC	AC	AC	AC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
3	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
4	IC	IC	IC	IC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
5	JC	JC	JC	JC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
6	ED	AC	AC	AC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
7	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
8	JC	JC	JC	JC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
9	AC	AC	AC	AC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
10	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
11	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
12	AC	AC	AC	AC	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
13	JC	JC	JC	JC	JC	JC	JC	JC	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
14	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3
15	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	D0	D1	D2	D3	D0	D1		D1	D2	D3

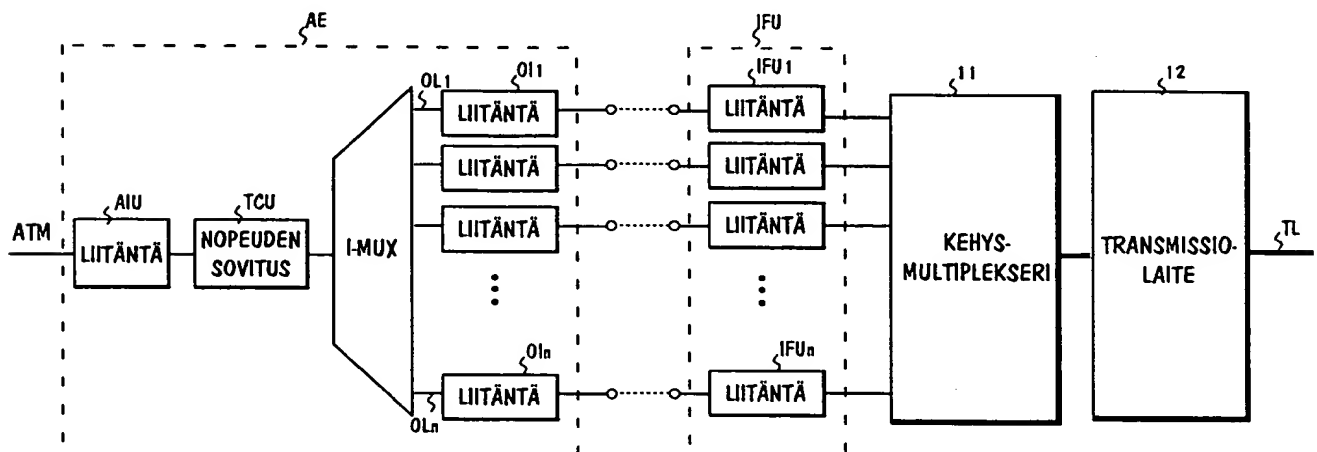


FIG. 3 TEKNIKAN TASO

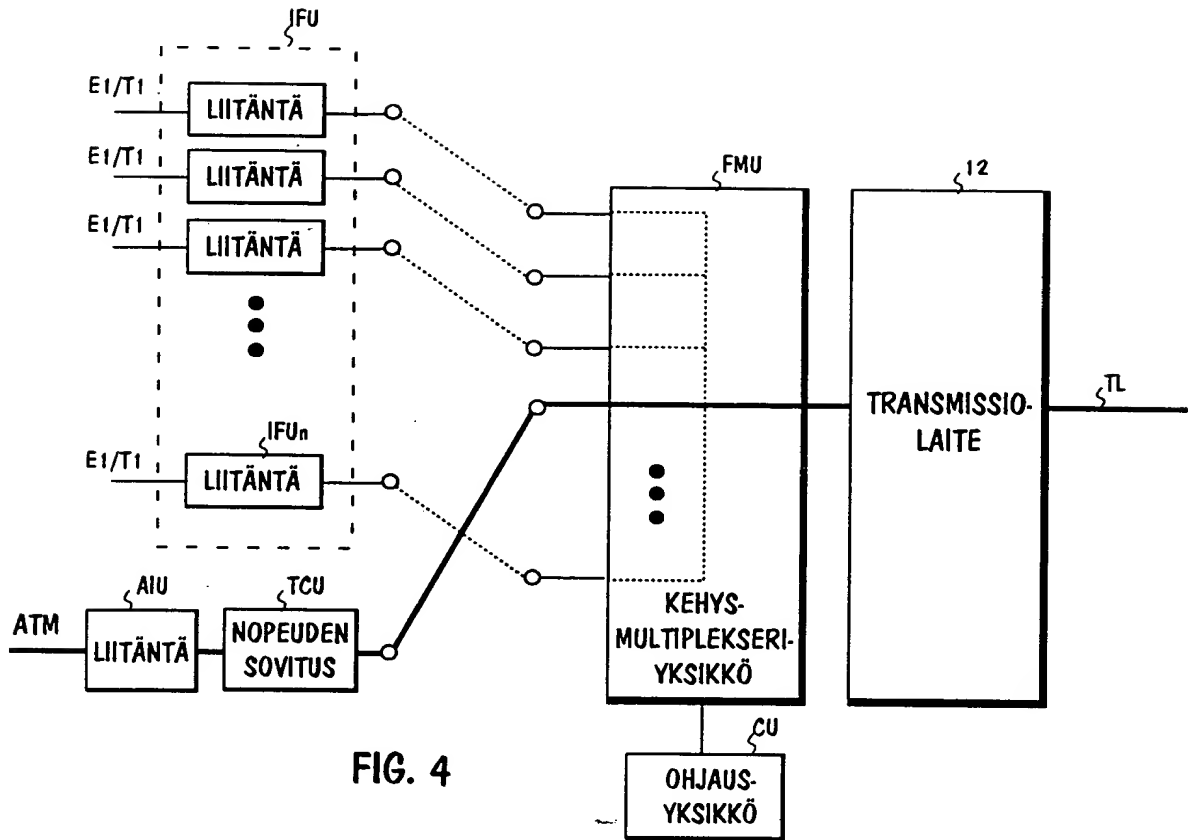
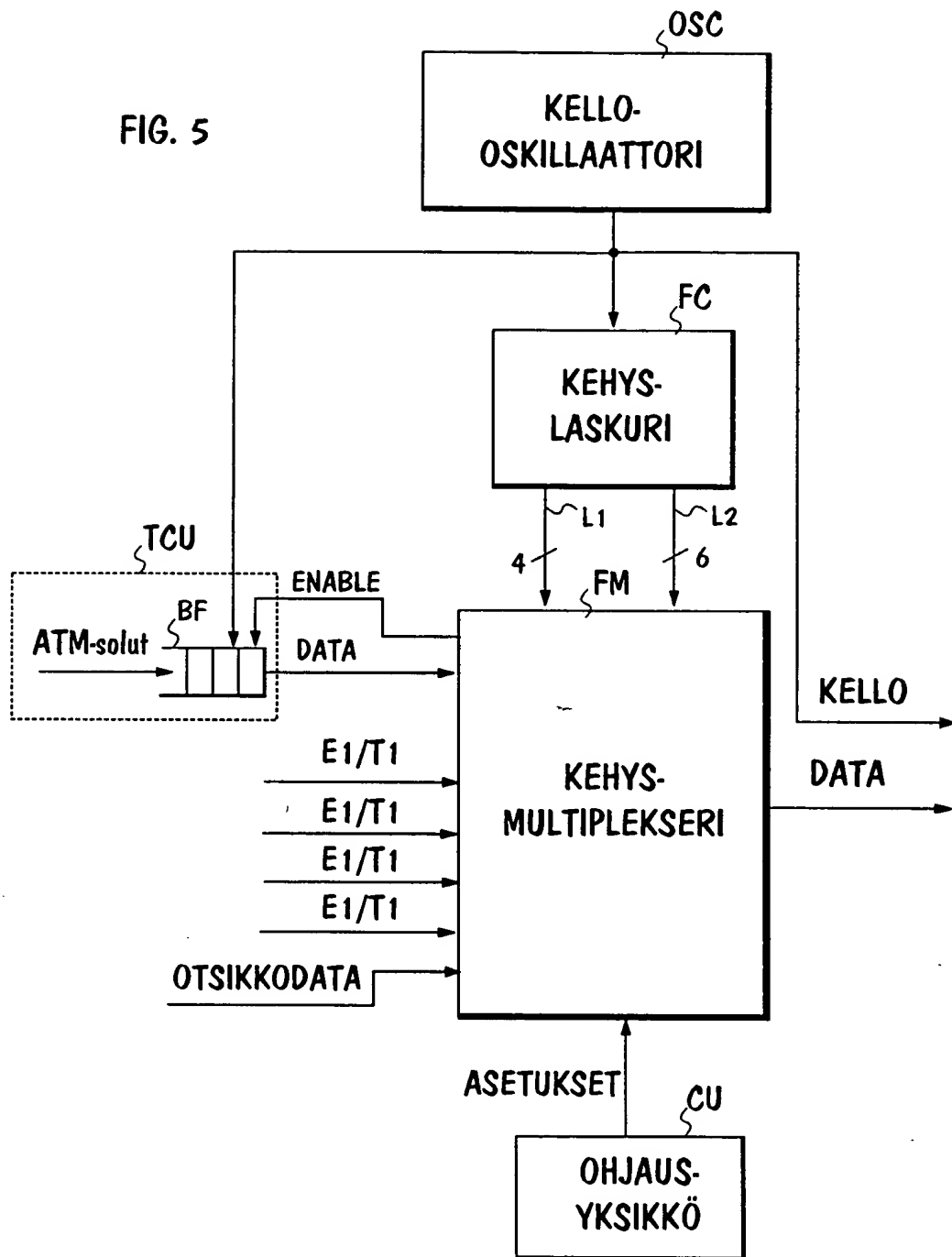


FIG. 4

BITTINUMERO →																			
SET	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			61	62	63
0	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
1	UC	UC	UC	UC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
2	AC	AC	AC	AC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
3	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
4	IC	IC	IC	IC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
5	UC	UC	UC	UC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
6	ED	AC	AC	AC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
7	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
8	UC	UC	UC	UC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
9	AC	AC	AC	AC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
10	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
11	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
12	AC	AC	AC	AC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
13	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
14	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM
15	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM			ATM	ATM	ATM

FIG. 6

FIG. 5



BITTINUMERO →

SET	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		61	62	63
0	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
1	JC	JC	JC	JC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
2	AC	AC	AC	AC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
4	IC	IC	IC	IC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
5	JC	JC	JC	JC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
6	ED	AC	AC	AC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
7	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
8	JC	JC	JC	JC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
9	AC	AC	AC	AC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
10	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
11	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
12	AC	AC	AC	AC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
13	JC	JC	JC	JC	JC	JC	JC	JC	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
14	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3
15	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	ATM	ATM	D2	D3	ATM	ATM		ATM	D2	D3

FIG. 7